

ARANG AKTIF SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGISI KOMPON SOL KARET

(ACTIVATED CARBON MADE FROM RICE HUSK AS FILLER FOR RUBBER SOLE COMPOUND)

Arum Yuniari ¹⁾ Sri Brataningsih Puji Lestari ¹⁾.

ABSTRACT

The aim of this research was to investigate the properties of activated carbon from rice husk filler in their application on vulcanised rubber soles, and to determine its suitability for rubber compound, the properties of activated carbon made from rice husk was investigated by comparing with carbon black N 330. Activated carbon made from rice husk was made by carbonization process at temperature of 450°C for 1 hour and activation process with NaCl 4% for 24 hours followed by pyrolysis at temperature 500°C for 1 hour. Filler was milled and sieved by 400 mesh sifter. The research showed that using activated carbon in the amount 20 phr and carbon black N330 40 phr fulfilled the requirement at SNI: 12-0172 - 1987: Canvas shoes sole for general purpose, where as tensile strength 11,24 N/mm², elongation at break : 699%, tear strength 2,97 N/mm², hardness: 65,7 shore A, density 1,23 gram/cm³, permanent set 0,10%, abrasion 0,72 mm³/kgm and flexing at 250 kcs no crack.

Key words: rice husk, rubber, filler

PENDAHULUAN

Sekam padi merupakan sisa hasil penggilingan padi, yang saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Penggunaan sekam padi saat ini hanya sebagai bahan bakar untuk pembuatan batu bata dan kerupuk. Guna menaikkan nilai tambah dari sekam padi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada mengadakan penelitian pembuatan bahan pengisi karbon dari hasil pembakaran sekam padi.

Guna mengetahui kesesuaian fungsinya maka dilakukan percobaan dengan menggunakan arang sekam padi sebagai bahan pengisi untuk membuat kompon karet khususnya. Sol sepatu. Dalam pembuatan barang karet dalam hal ini sol sepatu diperlukan bahan pengisi yang berfungsi untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat fisik/ mekanik

barang karet yang dihasilkan seperti tegangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis.

Selain itu bahan pengisi juga dipergunakan untuk memperbesar volume, menekan harga, meningkatkan kekerasan dan juga sebagai pewarna. *Carbon black* yang digunakan sebagai bahan pengisi barang karet saat ini bahan bakunya berasal dari minyak bumi sehingga persediaannya makin terbatas.

Limbah sekam padi jumlahnya cukup melimpah di Indonesia sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan pengisi karbon yang dapat berfungsi sebagai penguat. Menurut Morton (1978), efek suatu bahan pengisi dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia yang meliputi ukuran partikel, luas permukaan, struktur dan aktivitas permukaan. Untuk mendapatkan penguatan yang optimum maka partikel-partikel bahan pengisi penguat harus terdistribusi dengan baik dan merata dalam kompon karet. Wagner dalam Franta (1989) menyebutkan bahwa partikel yang kurang dari satu mikron, mempunyai pengaruh terhadap penguatan vulkanisat karet, sedangkan partikel-partikel kasar diatas 5 mikron menurunkan sifat mekanik vulkanisat. Menurut Hofmann (1989) bahan pengisi penguat mempunyai luas permukaan yang dinyatakan dengan nilai BET antara 60-250 m²/gram. Aktivitas permukaan bahan pengisi berperan dalam efek penguatan karena terjadinya interaksi antara bahan pengisi dengan karet baik secara fisika maupun kimia dipengaruhi adanya gugus-gugus fungsional pada permukaan bahan pengisi. Tingkat aktivitas bahan pengisi diukur besarnya nilai karet terikat (*bound rubber*) (Hofmann 1989). *Carbon black* mempunyai sifat fisik dan kimia yang dianggap mempunyai pengaruh terbesar pada penguatan dan dapat merubah sifat-sifat elastomer dalam berbagai cara dan tingkatan. *Carbon black* merupakan elemen karbon berbentuk koloidal yang terdiri atas 90-99% karbon, sedang

¹⁾Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik

sisanya berupa elemen, non karbon yang terdiri atas hidrogen, oksigen dan sulfur (Patel dan Brown, 1985).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan penelitian

Bahan baku dan pembantu yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : arang sekam padi hasil penelitian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, karet alam RSS I, *carbon black N 330*, asam stearat, mercapto benzo tiasil disulfid (MBTS), tetrametil tiuram disulfid (TMTD), minyak aromatik (minarex B), trimetil dihidroquinolin (TMQ), paraffin wax, belerang, ZnO.

Alat penelitian

Alat penelitian yang digunakan terdiri dari alat proses dan alat pengujian. Alat proses yang digunakan untuk membuat arang aktif sekam padi yakni reaktor pirolisis. Untuk mendapatkan bahan pengisi sekam padi, digunakan mesin penggiling (*ball mill*) dengan ayakan *Tyler Stainless* yang mempunyai saringan 400 mesh. Proses pembuatan kompon menggunakan mesin *two roll mill*. Sedangkan proses vulkanisasi dengan mesin press hidrolik.

Alat uji terdiri *rheometer* (conial disk rheometer model 100 Toyo Seiki), alat pencetak slab (carver laboratory press 20 ton), alat uji tegangan putus dan perpanjangan putus (Lloyd instrument), alat uji kekerasan (Toyo Seiki Durometer A), alat uji ketahanan kikis Grascelli (Wallace Abrasssion tester), alat uji bobot jenis, alat uji ketahanan retak lentur (Ross flexing machine).

Cara penelitian

- Pembuatan arang aktif sekam padi melalui proses carbonisasi.

Limbah sekam padi dimasukkan kedalam tabung pirolisis, saluran asap cair dipasang dan ditutup rapat. Air pendingin dipompakan kedalam kolam kondensasi. Reaktor pemanas dioperasikan pada suhu 400 °C selama 2,5 jam. Setelah proses pirolisis selesai, tabung reaktor beserta isinya didinginkan. Setelah dingin arang sekam padi dikeluarkan dari reaktor pirolisis.

- Aktivasi

Arang hasil proses carbonisasi direndam dalam larutan NaCl 4% selama 24 jam, kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa

garamnya dan ditiriskan selama 1 malam. Selanjutnya arang sekam padi kembali dipanaskan dalam reaktor pirolisis pada suhu 400 °C selama 2,5 jam dan didinginkan kembali. Setelah dingin arang digiling dan diayak dengan ayakan Tyler dengan ukuran 400 mesh.

Rancangan penelitian

Dalam penelitian ini yang dipelajari adalah pengaruh arang aktif sekam padi dan carbon black secara sendiri maupun kombinasi untuk pembuatan vulkanisat sol karet dengan variasi bahan pengisi seperti disajikan pada Tabel 1. Parameter pengujian yang diamati adalah tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek, kekerasan bobot jenis, perpanjangan tetap, ketahanan kikis dan ketahanan retak lentur.

Tabel 1. Variasi rancangan penelitian

No	Karet (phr)	Arang Aktif Sekam Padi (phr)	Carbon black N 330 (phr)
I	100	0	20
II	100	0	40
III	100	0	60
IV	100	20	0
V	100	20	20
VI	100	20	40
VII	100	20	60
VIII	100	40	0
IX	100	40	20
X	100	40	40
XI	100	40	60
XII	100	60	0
XIII	100	60	20
XIV	100	60	40
XV	100	60	60

Pembuatan kompon sol karet

Formulasi yang dipakai adalah formulasi sol sepatu hasil penelitian Proy PPTIKKP tahun 1993 dengan judul Penerapan Sol Karet untuk Olah Raga yang sudah memenuhi SNI. 12.0172-1987, *Sol Sepatu canvas untuk umum* sebagai berikut: karet alam RSS I 100 phr, carbon black N 330 20-60 phr, arang aktif sekam padi 20-60 phr, minyak minarek B10 phr, asam stearat 0,5 phr, zinc oksida 5 phr, parafin wax 0,5 phr, MBTS 1 phr, antioksidan 1 phr, dan belerang 2 phr.

Proses pelunakan dilakukan dalam waktu ± 2 menit pada suhu $70 \pm 5^\circ\text{C}$, sedang proses pencampuran bahan dilaksanakan dalam waktu ± 30 menit suhu $70 \pm 5^\circ\text{C}$

dengan alat two roll mill.

Vulkanisasi dilakukan pada suhu 150°C , tekanan 150 kg/cm^2 dengan waktu sesuai rheometer.

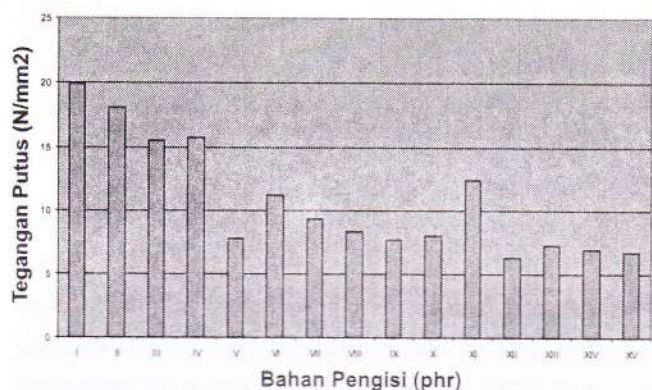
Pengujian

Vulkanisat sol karet diuji pada berbagai variasi bahan pengisi dalam aplikasinya untuk sol sesuai SNI 12-0172-1987: Sol Sepatu Kanvas untuk Umum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji tegangan putus

Pengaruh penambahan arang aktif sekam padi terhadap sifat tegangan putus vulkanisat sol karet dapat disajikan pada Gambar 1.



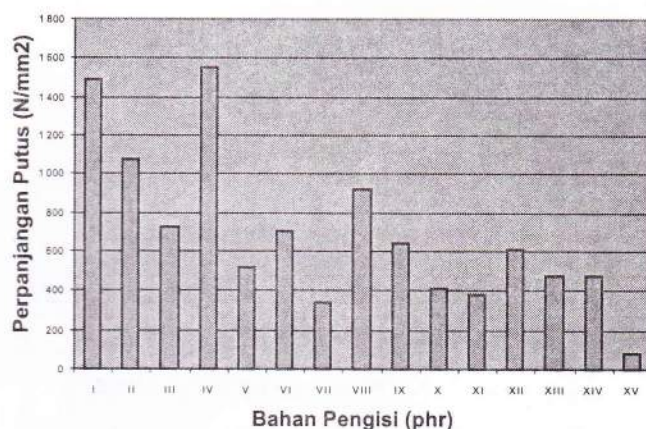
Gambar 1 Tegangan putus sol karet

Pada jumlah pemakaian arang aktif sekam padi 20 phr dan carbon black 0 phr mem berikan nilai tegangan putus yang optimal yaitu $15,92\text{ N/mm}^2$. Makin besar jumlah arang aktif sekam padi yang ditambahkan nilai tegangan putusnya menurun hingga 13,9 %. Menurut Maurya (1981) bahan pengisi yang bersifat aktif merupakan bahan pengisi yang mampu meningkatkan sifat mekanik. Byers (1987) dalam penelitiannya mengatakan bahwa nilai optimal tegangan putus vulkanisat karet dicapai pada penambahan carbon black 2040 phr. Sedangkan Dannenberg (1980) mengatakan bahwa pada penambahan carbon black 30 50 phr hasil tegangan putus optimal. Belum maksimalnya jumlah arang aktif sekam padi sebagai bahan pengisi yang bersifat *reinforcement* (penguat) disebabkan kurang luasnya permukaan partikel arang sekam padi sehingga interaksi antara partikel dan molekul karet kurang besar. Kurang luasnya permukaan arang aktif sekam padi terkait erat dengan kurang sempurnanya proses aktivasi dimana dimungkinkan masih adanya sisa-sisa ter pada permukaan arang aktif sekam padi, pada penambahan *carbon black* tetap dan arang aktif sekam padi

bervariasi menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah arang aktif sekam padi yang ditambahkan maka tegangan putus menurun. Sebaliknya bila arang aktif sekam padi tetap dan carbon black bervariasi tegangan putus cenderung naik pada penambahan carbon black 40 phr, lebih dari 40 phr nilai tegangan putus turun. Untuk semua variasi arang aktif sekam padi maupun carbon black nilai tegangan putus memenuhi persyaratan yang ditetapkan minimal 5 N/mm^2 (SNI: 12-0172-1987 Sol Sepatu Kanvas untuk Umum).

Uji perpanjangan putus

Pengaruh jumlah arang aktif sekam padi terhadap sifat perpanjangan putus sol karet dapat dilihat pada Gambar 2.



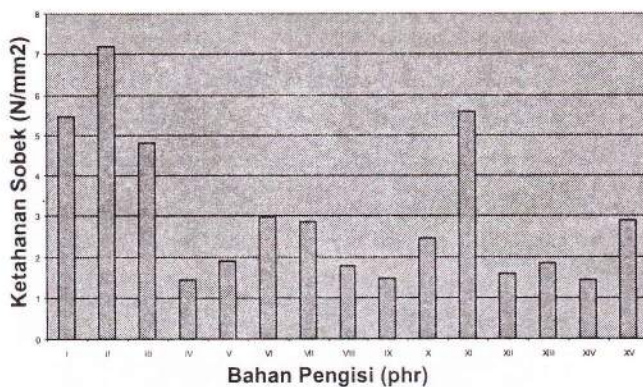
Gambar 2. Perpanjangan putus sol karet

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai perpanjangan putus dipengaruhi oleh penambahan arang aktif sekam padi. Makin banyak yang ditambahkan nilai perpanjangan putus cenderung menurun. Hal ini disebabkan arang aktif sekam padi bersifat inert, sehingga bila jumlahnya ditambah vulkanisat bersifat kaku dan mudah putus. Disamping itu jumlah bahan pengisi yang berlebih akan memberikan dampak terjadinya pengumpulan agregat sehingga tidak semua bahan pengisi dapat berikatan dengan molekul karet. Dan makin banyak ikatan yang terbentuk maka akan mengurangi keleluasaan gerak polimer yang menyebabkan vulkanisat mudah putus. Hasil penelitian menunjukkan pada penambahan arang sekam padi 20 phr dan carbon black 0 phr nilai perpanjangan putus optimal yaitu 1493,33%. Dannenberg (1980) dalam penelitiannya menggunakan bahan pengisi carbon black

perpanjangan putus optimal dicapai pada penambahan 35 phr. Nilai perpanjangan putus vulkanisat karet sampai dengan penambahan arang aktif sekam padi 60 phr masih memenuhi persyaratan SNI 12-0172-1987 Sol Sepatu Kanvas untuk Umum yang dipersyaratkan sebesar 100%. Bila dalam pembuatan sol karet dipakai bahan pengisi kombinasi arang sekam padi 40 phr dan carbon black 60 phr perpanjangan putus masih memenuhi persyaratan. Bila jumlah carbon black maupun sekam padi ditambah perpanjangan putus sudah tidak memenuhi persyaratan.

Uji ketahanan sobek

Pengaruh jumlah arang aktif sekam padi terhadap ketahanan sobek vulkanisat sol karet terlihat Gambar 3



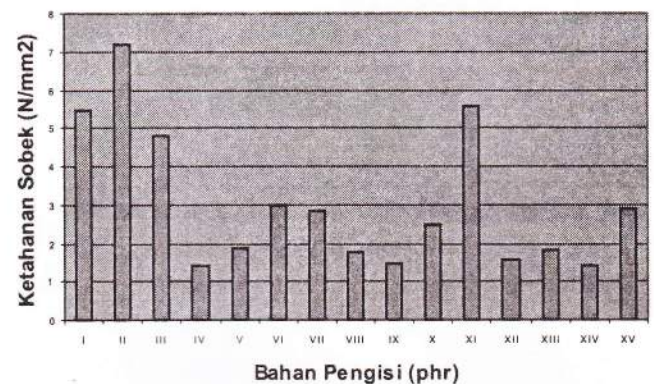
Gambar 3. Ketahanan sobek sol karet

Ketahanan sobek merupakan salah satu faktor penentu mutu sol karet. Pada penggunaan arang aktif sekam padi 40 phr dan carbon black 60 phr diperoleh nilai ketahanan sobek optimal yaitu sebesar 5,59 N/mm². Apabila penambahan arang aktif sekam padi dilanjutkan maka ketahanan sobek cenderung turun. Hal ini disebabkan kurang aktifnya luas permukaan dari arang aktif sekam padi yang terkait dengan kurang sempurnanya proses aktivasi sehingga mungkin masih ada sisa-sisa ter yang menempel pada permukaan. Disamping itu struktur molekul bahan pengisi mempengaruhi ikatan antara bahan pengisi dan karet. Dannenberg (1980) dalam penelitiannya mengemukakan ketahanan sobek maksimal diperoleh pada jumlah carbon black 55 phr. Vulkanisat sol karet yang menggunakan bahan pengisi kombinasi diperoleh hasil berfluktuasi. Hal ini disebabkan bahan pengisi kurang terdistribusi secara merata ke dalam komponen karet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan

arang aktif sekam padi hingga 60 phr, vulkanisat sol karet masih memenuhi SNI-0172-1987 sol sepatu kanvas untuk umum yang dipersyaratkan minimal 2,5 N/mm².

Uji kekerasan

Pengaruh jumlah arang aktif sekam padi terhadap sifat kekerasan dapat disajikan pada Gambar 4.



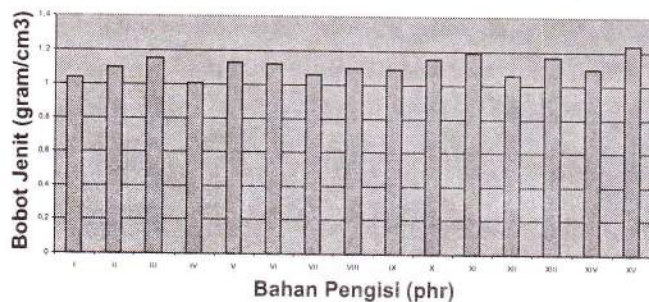
Gambar 4. Kekerasan sol karet

Penambahan bahan pengisi arang aktif sekam padi maupun carbon black akan menaikkan kekerasan vulkanisat sol karet. Hal ini disebabkan baik arang aktif sekam padi maupun carbon black merupakan material yang lebih padat dibanding karet sehingga dengan penambahan bahan-bahan tersebut vulkanisat menjadi lebih padat dan keras. Vulkanisat sol karet yang berisi arang aktif sekam padi kekerasan lebih kecil dibanding vulkanisat yang berisi carbon black. Vulkanisat dengan arang aktif sekam padi 40 phr dan carbon black 0 phr mempunyai kekerasan 59,20 Shore A, sedang vulkanisat dengan carbon black N330 40 phr dan arang aktif sekam padi 0 phr mempunyai kekerasan 77,6 shore A. Penelitian Dannenberg (1980) dengan Carbon black N330 pada jumlah 40 phr menghasilkan kekerasan 55 shore A. Pada penambahan arang aktif sekam padi 40 phr vulkanisat sol karet sudah memenuhi persyaratan SNI 12-0172-1987 Sol sepatu kanvas untuk umum yang dipersyaratkan sebesar 55-75 Shore A. Kombinasi carbon black dan arang aktif sekam padi memberikan hasil vulkanisat yang keras dan sudah memenuhi persyaratan SNI: 12-0172-1987.

Uji bobot jenis

Pengaruh jumlah arang aktif sekam padi terhadap bobot jenis dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan hasil uji bobot jenis (gambar. 5) terlihat bahwa makin besar jumlah bahan pengisi yang

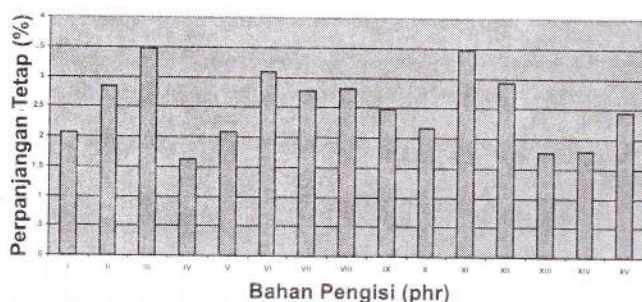


Gambar 5. Bobot jenis sol karet

ditambahkan kedalam kompon sol karet, maka bobot jenis makin meningkat. Penambahan arang aktif sekam padi hingga 60 phr, bobot jenis vulkanisat sol karet adalah 1,153 gr/cm² dan hal ini sudah memenuhi persyaratan SNI yang ditetapkan maksimum 1,5 gr/cm². Dibanding *carbon black*, maka arang aktif sekam padi mempunyai struktur porous yang mengakibatkan vulkanisat lebih bersifat ringan. Dari hasil penelitian untuk vulkanisat sol karet yang menggunakan arang aktif sekam padi maupun kombinasi *carbon black* sudah yang memenuhi persyaratan SNI.

Uji perpanjangan tetap

Pengaruh jumlah arang aktif sekam padi terhadap perpanjangan tetap vulkanisat sol karet tertera pada Gambar 6



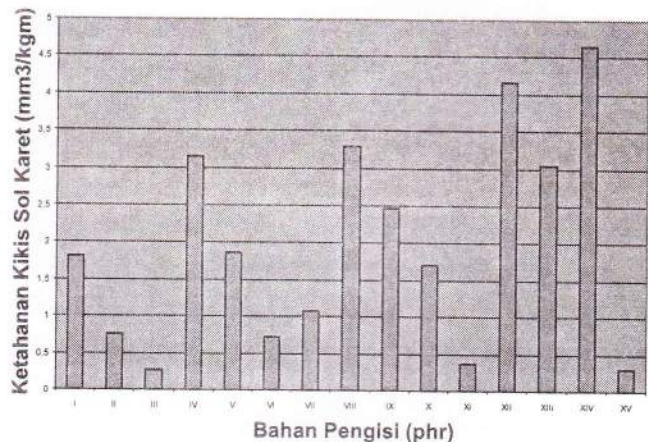
Gambar 6. Perpanjangan tetap sol karet

Perpanjangan tetap menunjukkan kemampuan vulkanisat karet untuk kembali kebentuk semula apabila dilakukan penarikan pada perpanjangan dan waktu tertentu. Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin banyak bahan pengisi yang ditambahkan perpanjangan tetap cenderung naik. Seharusnya tidak terjadi demikian. Semakin banyak bahan pengisi perpanjangan tetap semakin turun. Hasil penelitian

yang berfluktuasi mungkin disebabkan distribusi bahan pengisi yang kurang merata yang mengakibatkan banyak bahan pengisi yang tidak berkaitan dengan molekul karet, sehingga vulkanisat menjadi kaku dan tidak elastis, sehingga apabila ditarik sulit kembali kebentuk semula. Penambahan arang aktif sekam padi 60 phr nilai perpanjangan tetap 3,5% dan sudah memenuhi SNI 12-0172-1987 yang dipersyaratkan maksimum 10%. Semua vulkanisat sol karet yang dibuat menggunakan bahan pengisi arangaktif sekam padi, *carbon black* maupun kombinasi keduanya hasilnya sudah memenuhi SNI 12-0172-1987 Sol sepatu kanvas untuk umum.

b. Uji ketahanan kikis

Pengaruh jumlah bahan pengisi arang aktif sekam padi kekerasan pada vulkanisat sol karet tertera pada gambar 7.



Gambar 7. Ketahanan kikis sol karet

Ketahanan kikis grasselli diukur dari besarnya volume terkikis per satuan usaha (mm³/kgm). Makin kecil volume karet terkikis persatuan usaha makin baik Gambar 7 menunjukkan bahwa makin besar kadar bahan pengisi arang aktif sekam padi, ketahanan kikis nilainya makin turun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai dengan penambahan arang aktif sekam padi 60 phr nilai ketahanan kikisnya adalah 1,82 mm²/kgm, dan nilai tersebut sudah memenuhi SNI: 12-0175-1987 sol sepatu kanvas yang mensyaratkan sebesar 2,5mm²/kgm. Rendahnya nilai ketahanan kikis vulkanisat sol karet menunjukkan distribusi bahan pengisi sudah merata dan sudah seragamnya ukuran partikel. Sehingga terjadinya ikatan secara fisika antara partikel dan karet cukup kuat. Apabila hasil uji

dibandingkan dengan vulkanisat sol karet yang menggunakan bahan pengisi *carbon black*, disini nampak bahwa makin besar jumlah *carbon black* ketahanan kikis makin besar. Adapun hasilnya pada penambahan carbon black sebesar 60 phr adalah 4,16 mm²/kgm. Hal ini disebabkan *carbon black* mempunyai ukuran partikel lebih besar dari arang aktif sekam padi, makin banyak *carbon black* yang ditambahkan vulkanisat makin keras sehingga lebih mudah terkikis. Kombinasi carbon black dan arang aktif sekam padi akan meningkatkan ketahanan kikis vulkanisat karet.

Uji ketahanan retak lentur sol karet

Ketahanan retak lentur vulkanisat karet erat hubungannya dengan jumlah bahan pengisi dan plasticizer. Bahan pengisi jumlahnya harus berimbang dengan jumlah plasticizer. Semakin besar jumlah arang aktif sekam padi ataupun carbon black yang ditambahkan maka vulkanisat karet semakin keras/kaku dan mudah retak. Hal ini disebabkan makin banyaknya partikel bahan pengisi yang tidak berikatan dengan molekul karet sehingga terjadi kondisi aglomerasi (pengelompokan). Tidak berimbangnya jumlah plasticizer dan bahan pengisi menyebabkan vulkanisat karet tidak homogen dan kelenturan karet semakin menurun. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan carbon black 40 phr tanpa arang sekam padi maupun penambahan arang sekam padi 40 phr tanpa carbon black hasil uji retak lentur vulkanisat karet masih baik. Apabila jumlah bahan pengisi dinaikkan hingga 60 phr baik arang aktif sekam padi maupun carbon black secara sendiri-sendiri maka vulkanisat karet sudah retak.

KESIMPULAN

Arang aktif sekam padi telah dapat mensubstitusi carbon black meskipun belum dapat menyamai carbon black sebagai bahan penguat (*reinforcement*). Penambahan arang aktif sekam padi cenderung menurunkan sifat tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan menaikkan sifat kekerasan, bobot jenis, perpanjangan tetap dan ketahanan kikis. Vulkanisat sol karet dengan kombinasi arang aktif sekam padi 20 phr dan carbon black 40 phr telah dapat

memenuhi SNI. 12-0172-1987 Sol Sepatu Kanvas untuk Umum dengan sifat fisis yang dimiliki vulkanisat adalah sebagai berikut : tegangan putus 11,24 N/mm², perpanjangan putus 699%, ketahanan sobek 2,97 N/mm², kekerasan 65,7 shore A, bobot jenis 1,12 gram/cm³, perpanjangan tetap 1,30%, ketahanan kikis 2,17 mm³/kgm, ketahanan retak lentur adalah tidak retak.

Formulasi vulkanisat sol yang memenuhi persyaratan SNI. 12-0172-1987 Sol Sepatu Kanvas untuk Umum adalah sebagai berikut : RSS 100 phr, carbon black 40 phr, arang aktif sekam padi 20 phr, minarex B 10 phr, asam stearat 0,5 phr MBTS 1 phr TMQ 1 phr, ZnO 5 phr, parafin wax.

DAFTAR PUSTAKA

- Any S, 1993, *Laporan Peenerapan sol karet sepatu kanvas untuk olah raga*, BBKKP, Yogyakarta.
- Byers, JT, 1987, Filler Part I: Carbon black , dalam Maurice Morton, ed. *Rubber Technology*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Dannenberg, 1980, Carbon black, *Rubber Chemistry and Technology*, Cabot Corporation, Bfferica. Massachusetts.
- Franta, I (ed) 1989, *Elastomer and Rubber Compounding Materials*, Elsevier, Amsterdam Oxford, New York - Tokyo.
- Hofmann, W, 1989, *Rubber Technology Hand Book Hauser Publisher*, Munich Vienna, New York.
- Morton, IA. 1978, *Rubber Technology*, Third edition, Van Nostrand Reinhold, New York
- Patel, A.C and W.A. Browm, 1985, *Carbon black stucture and viscoelastic properties of Rubber Coumpounds A. presented The Rubber Divisions American Chemical Society*, 127 th meeting Los Angeles, California April 23-26.
- Stearns R.S. and BL Johnson , 1951. *Rubber Chemistry and Technology*, volume XXIV No. 1 Division of Rubber Chemistry American Chemical Society.
- SNI. 12 0172 1987, *Sol Sepatu kanvas untuk Umum*, Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.